



US005561668A

United States Patent [19]

Genter

[11] Patent Number:

5,561,668

[45] Date of Patent:

Oct. 1, 1996

[54] ECHO CANCELER WITH SUBBAND  
ATTENUATION AND NOISE INJECTION  
CONTROL

[75] Inventor: Roland E. Genter, Falls Church, Va.

[73] Assignee: Coherent Communications Systems  
Corp., Leesburg, Va.

[21] Appl. No.: 498,632

[22] Filed: Jul. 6, 1995

[51] Int. Cl.<sup>6</sup> ..... H04B 3/20; H04M 9/08

[52] U.S. Cl. .... 370/32.1; 379/409; 379/410

[58] Field of Search ..... 370/6, 24, 32,  
370/32.1; 379/390, 406, 409, 410, 411

[56] References Cited

## U.S. PATENT DOCUMENTS

4,644,108	2/1987	Crouse et al.	379/406
4,956,838	9/1990	Gilloire et al.	370/32.1
5,001,701	3/1991	Gay	370/32.1
5,136,577	8/1992	Amano et al.	370/32.1
5,157,653	10/1992	Genter	370/32.1
5,272,695	12/1993	Makino et al.	370/32.1
5,274,705	12/1993	Younce et al.	379/410
5,283,784	2/1994	Genter	370/32.1
5,285,165	2/1994	Renfors et al.	328/167
5,305,307	4/1994	Chu	370/32.1
5,477,534	12/1995	Kusano	370/32.1

Primary Examiner—Alpus H. Hsu

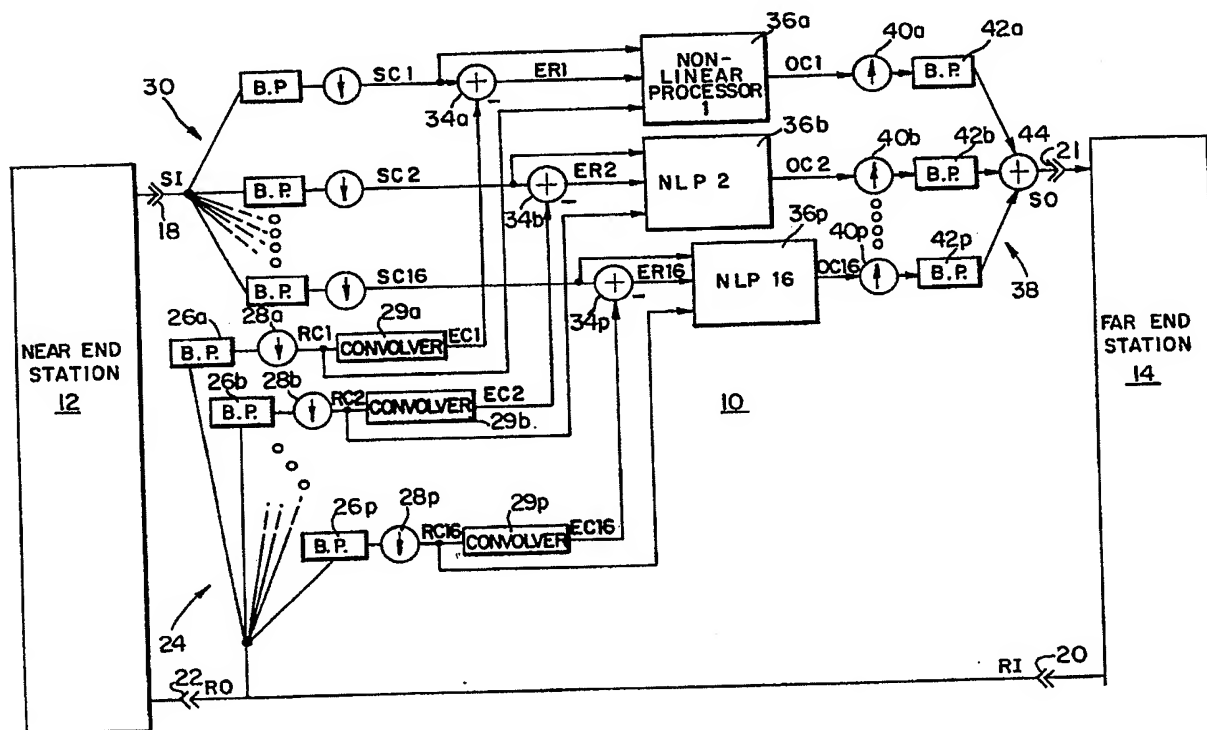
Attorney, Agent, or Firm—Dann, Dorfman, Herrell And  
Skillman, P.C.

[57]

## ABSTRACT

An echo canceler for canceling echo components of a send-input signal, includes an analysis filter bank for dividing the send-input signal into a plurality of subband send-input signals. A receive-signal is also divided into a plurality of subband receive signals. Each of the subband receive signals is convolved with an impulse response function pertaining to the echo path coupling the receive signal to the send-input signal within each subband. The convolutions yield a plurality of estimated echo signals, which are then each subtracted from the corresponding subband send-input signal, to produce a plurality of error signals. Residual echo components within the error signals are attenuated by a variable attenuator in response to a comparison of relative levels of corresponding subband send-input signals, subband receive signals and the error signals. A noise component is injected into each attenuated error signal in order to compensate for attenuation of background noise incidental to the variable attenuation of the error signals. The amplitude of the noise components are each determined independently on the basis of an estimated noise content of the subband send-input signals and in accordance with the applied attenuation within each subband. The attenuated and noise-compensated error signals are combined by a synthesis filter to provide a send-output signal.

6 Claims, 3 Drawing Sheets





US005721730A

## United States Patent [19]

Genter

[11] Patent Number: 5,721,730  
[45] Date of Patent: Feb. 24, 1998

[54] SPECTRAL NOISE COMPENSATION FOR  
TELECOMMUNICATION SIGNAL  
PROCESSING

[75] Inventor: Roland E. Genter, Falls Church, Va.

[73] Assignee: Coherent Communications Systems  
Corp., Leesburg, Va.

[21] Appl. No.: 674,324

[22] Filed: Jul. 1, 1996

## Related U.S. Application Data

[63] Continuation of Ser. No. 498,632, Jul. 6, 1995, Pat. No.  
5,561,668.

[51] Int. Cl.<sup>6</sup> ..... H04B 3/20; H04M 9/08

[52] U.S. Cl. .... 370/288; 370/290; 379/409

[58] Field of Search ..... 370/201, 286,  
370/288, 289, 290; 379/390, 406, 409,  
410, 411

[56] References Cited

## U.S. PATENT DOCUMENTS

4,644,108	2/1987	Crouse et al.	379/406
4,956,838	9/1990	Gilloire et al.	370/291
5,001,701	3/1991	Gay	370/290
5,136,577	8/1992	Amano et al.	370/289
5,157,653	10/1992	Genter	370/288
5,272,695	12/1993	Makino et al.	370/291

5,274,705	12/1993	Younce et al.	379/410
5,283,784	2/1994	Genter	370/288
5,285,165	2/1994	Renfors et al.	327/552
5,289,539	2/1994	Maruyama	379/410
5,305,307	4/1994	Chu	370/288
5,315,585	5/1994	Iizuka et al.	370/289
5,365,583	11/1994	Huang et al.	379/390
5,477,534	12/1995	Kusano	370/286
5,477,535	12/1995	Lahdemaki	370/288
5,561,668	10/1996	Genter	370/288

Primary Examiner—Alpus H. Hsu

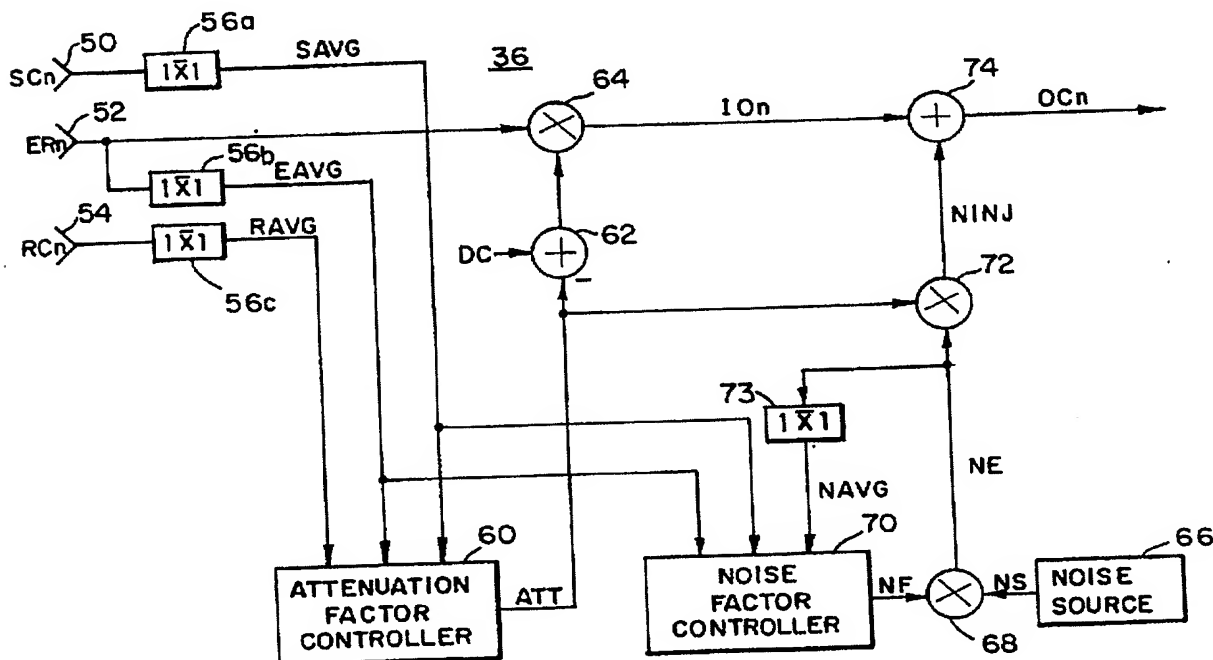
Attorney, Agent, or Firm—Dann, Dorfman, Herrell and  
Skillman, P.C.

[57]

## ABSTRACT

A telecommunication signal processor includes a noise compensation system for preventing undesirable spectral modulation of the noise component of a telecommunication signal subjected to a process wherein subband portions of the signal are variably attenuated. A noise component is injected into each attenuated error signal in order to compensate for attenuation of background noise incidental to the variable attenuation of the subband signals. The amplitude of the noise components are each determined independently on the basis of an estimated noise content of the original subband signals and in accordance with the applied attenuation within each subband. The attenuated and noise-compensated subband signals are combined by a synthesis filter to provide a send-output signal.

7 Claims, 3 Drawing Sheets



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号  
特表2000-502520  
(P2000-502520A)

(43) 公表日 平成12年2月29日 (2000.2.29)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 4 B 3/23

識別記号

F I

H 0 4 B 3/23

テーマコード (参考)

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願平9-505297  
 (86) (22) 出願日 平成8年7月3日 (1996.7.3)  
 (85) 翻訳文提出日 平成10年1月6日 (1998.1.6)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US96/11271  
 (87) 国際公開番号 WO97/02664  
 (87) 国際公開日 平成9年1月23日 (1997.1.23)  
 (31) 優先権主張番号 08/498, 632  
 (32) 優先日 平成7年7月6日 (1995.7.6)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

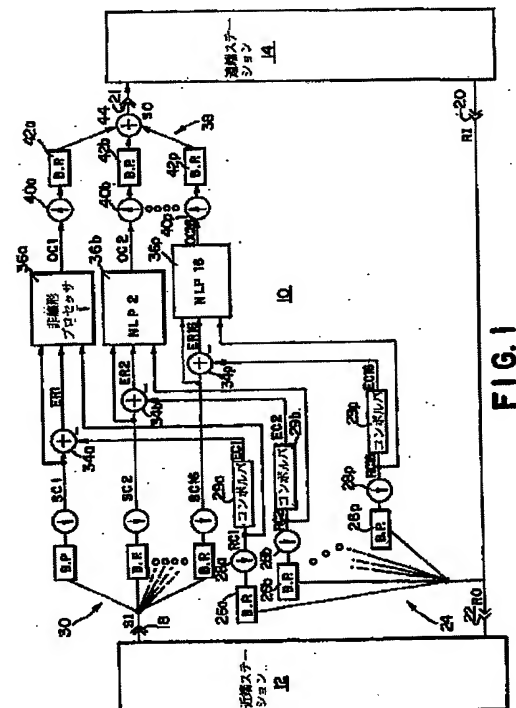
(71) 出願人 コハーレント コミュニケーションズ シ  
 ステムス コーポレーション  
 アメリカ合衆国, バージニア州 22075,  
 レスバーク, リバーサイド パークウェイ  
 44084, ランズダウン ビジネス セン  
 ター  
 (72) 発明者 ジェンター, ローランド イー.  
 アメリカ合衆国, バージニア州 22042,  
 フォールズ チャーチ, スレード ラン  
 ドライブ 3421  
 (74) 代理人 弁理士 竹下 和夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エコー消去のためのスペクトルノイズ補償方法

## (57) 【要約】

エコー消去装置 (10) は、送信入力信号 (S I) と受信入力信号 (R I) を副バンド送信入力信号 (S C 1 ~ S C 16) と副バンド受信信号 (R C 1 ~ R C 16) に分割する解析フィルタ (24) を有している。各副バンド内で受信信号を送信入力信号と結合させ且つ評価されたエコー信号 (E C 1 ~ E C 16) を発生させるエコー経路に関するインパルス応答関数で副バンド受信信号 (R C 1 ~ R C 16) の各々を畳み込み、次に、その評価されたエコー信号の夫々を対応の副バンド送信入力から控除してエラー信号 (E R 1 ~ E R 16) を発生させる。そのエラー信号内の残留エコー成分を可変減衰器 (36a ~ 36p) によって減衰させ、選択成分を夫々減衰されたエラー信号にインジェクトしてエラー信号の可変減衰に付随するバックグラウンドノイズの減衰を補償する。



**【特許請求の範囲】**

1. 送信入力信号と受信入力信号を受信するようになっていて、エコー経路を介して送信入力信号に結合される受信入力信号の少なくとも一部を含むエコー成分を送信入力信号から取り除くためのエコー消去装置であって、

送信入力信号を複数の副バンド送信入力信号に分割するための第一のフィルタ手段と、

受信入力信号を複数の副バンド受信入力信号に分割するための第二のフィルタ手段と、

エコー経路の対応の副バンドのインパルス応答で副バンド受信入力信号の各々を畳込みして、それにより多数の評価された副バンドエコー信号を発生させるための畳込み手段と、

評価された副バンド送信入力信号の各々を対応の副バンド送信入力信号から控除して、それにより多数のエラー信号を発生させるための第一の減算手段と、

(i) 副バンド送信入力信号と(ii)副バンド受信入力信号と(iii) エラー信号とから成るグループから選択された少なくとも二つの信号より引き出される対応の比較レベルを比較することに基づいて夫々が決定される複数の減衰因数を発生させるための減衰因数コントロール手段と、

減衰因数コントロール手段に応答し、減衰因数の対応の一つに従ってエラー信号の各々を減衰し、それにより複数の減衰されたエラー信号を発生させるための可変減衰手段と、

減衰されたエラー信号を結合させて実質的にエコー成分のない送信出力信号を発信するための結合手段とを有することを特徴とするエコー消去装置。

2. 各々が副バンド送信入力とエラー信号との少なくとも一つのノイズ成分を示す複数の副バンドノイズ因数を発生させるためのノイズ評価手段と、

副バンド送信入力信号の各々と釣り合った帯域幅を有するノイズ信号を発生させるた

めのノイズソースと、

副バンドノイズ因数の各々に従ってノイズ信号を変調させ、それにより多数の

変調された副バンドノイズ信号を発信するためのノイズ変調手段と、

変調された副バンドノイズ信号を対応の減衰されたエラー信号と結合させるためのノイズインジェクション手段とを有している、請求項1に記載のエコー消去装置。

3. 前記変調手段が、減衰因数の夫々に従ってノイズ信号を変調するよう構成されている、請求項2に記載のエコー消去装置。

4. 送信入力信号と受信入力信号を受信するようになっていて、エコー経路を介して送信入力信号に結合される受信入力信号の少なくとも一部を含むエコー成分を送信入力信号から取り除くためのエコー消去装置であって、

送信入力信号を複数の副バンド送信入力信号に分割するための第一のフィルタ手段と、

受信入力信号を複数の副バンド受信入力信号に分割するための第二のフィルタ手段と、

エコー経路の対応の副バンドのインパルス応答で副バンド受信入力信号の各々を畳込みして、それにより複数の評価された副バンドエコー信号を発生させるための畳込み手段と、

評価された副バンド送信入力信号の各々を対応の副バンド送信入力信号から控除して、それにより多数の副バンドエラー信号を発生させるための第一の減算手段と、

副バンド減衰因数に従って副エラー信号の各々を減衰させて、それにより複数の減衰された副バンドエラー信号を発生させるための可変減衰手段と、

減衰されたエラー信号を結合させて実質的にエコー成分のない送信出力信号を発信するための結合手段とを有することを特徴とするエコー消去装置。

5. 前記可変減衰手段が、副バンド送信入力信号と副バンド受信入力信号とエラー信号とから成るグループから選択された少なくとも二つの信号より引き出される対応の比

較値を比較することに基づいて夫々が決定される複数の減衰因数を発生させるための減衰因数コントロール手段を有している、請求項4に記載のエコー消去装置

。

6. 対応の副バンドノイズ因数に従って副バンドノイズ信号を対応の減衰された副バンドエラー信号へインジェクトするためのノイズインセクション手段を有している、請求項4に記載のエコー消去装置。

7. 遠隔通信信号の副バンドを夫々個別の減衰因数に従って減衰させる副バンド処理が施される遠隔通信信号のノイズ成分の副バンド減衰を補償するための方法であって、

遠隔通信信号を送信入力ターミナルで送信入力信号として受信し、

送信入力信号を複数の副バンド信号に分割し、

副バンド信号の各々に個別の減衰因数を適用して、それにより処理された副バンド信号を発信し、

各副バンド信号に関する対応の個別の減衰因数に比例する副バンドノイズ信号を発生させ、

副バンドノイズ信号を夫々処理された副バンド信号に結合させ、それにより出力副バンド信号を発信し、

その出力副バンド信号を結合させて、送信出力ターミナルから送信するための送信出力信号を発信することを特徴とする、遠隔通信信号のノイズ成分の副バンド減衰を補償するための方法。

8. 前記副バンド処理が、各副バンドからエコー信号を消去するための工程を含んでいる、請求項7に記載の方法。

9. 送信入力信号の副バンドの各々内の推定ノイズレベルを評価する工程を含み、副バンドノイズ信号を発生させる前記工程が、対応の推定ノイズレベルに比例して各副バンドノイズ信号を発生させることを更に有している、請求項7に記載の方法。

10. 推定ノイズレベルを評価する前記工程が、対応の副バンド信号が優勢的に音声

であるかノイズであるか否かを決定し、副バンド信号が優勢的にノイズであると決定された場合に推定ノイズレベルを更新させるための工程を有している、請求

項9に記載の方法。

11. 処理された遠隔通信信号のノイズ成分が対応の未処理遠隔通信信号のノイズ成分とスペクトル上マッチするように、処理された遠隔通信信号内でノイズ成分を発信するための装置であって、

未処理遠隔通信信号を複数の副バンド入力信号に分割するための解析フィルタと、

副バンド入力信号の各々内のノイズレベルを決定するためのノイズ決定手段と、

、

副バンド入力信号の各々を個別に可変的に減衰するための手段を含んだ信号プロセッサと、

各副バンドノイズ信号が所定のノイズレベルと、副バンドノイズ信号の各々の可変減衰とに比例して変調されるよう複数の副バンドノイズ信号を発信し、その副バンドノイズ信号の各々を夫々処理された副バンド信号と結合させるためのノイズインジェクション手段と、

処理された副バンド信号を結合させて処理された遠隔通信信号を発信するための結合手段とを有していることを特徴とする装置。

12. 遠隔通信信号の複数の副バンドの各々に可変減衰を適用するよう構成された遠隔通信信号プロセッサのスペクトルノイズ補償方法であって、

副バンドノイズ成分を有するノイズ信号を発信し、遠隔通信信号の対応の副バンド部分に適用される可変減衰に比例して各ノイズ成分のレベルを個別にコントロールし、

ノイズ信号を遠隔通信信号にインジェクトしてノイズがインジェクトされた信号を発信し、

そのノイズがインジェクトされた信号をあて先に送信する、スペクトルノイズ補償方法。

13. 遠隔通信信号が、オリジナルノイズスペクトルを有するオリジナルノイズ内容

を有し、

オリジナルノイズ内容の副バンドノイズレベルを決定し、  
夫々決定された副バンドノイズレベルに比例して各ノイズ成分のレベルを更に  
コントロールし、それによってノイズ信号のスペクトルをオリジナルノイズスペ  
クトルにマッチさせるようにした、請求項12に記載の方法。

**【発明の詳細な説明】****エコー消去のためのスペクトルノイズ補償方法****発明の分野**

本発明は、残留ノイズ(residual noise)を減じるための副バンド減衰コントロール(subband attenuation control)を行い、スペクトル上マッチされたノイズ補償を講じるために副バンドノイズの評価とインジェクション(subband noise estimation and injection)を行うエコー消去装置に関するものである。

**発明の背景**

両方向遠隔通信システム(two-way telecommunication system)は屢々エコー現象を起し易い。エコーは、遠隔通信システム内で反対方向に走行する信号の結合(coupling)の結果発生する。例えば、四線式-二線式ハイブリッド(four-wire to two-wire hybrid)からの反射は、電話網における周知のエコーソース(echo source)である。その他のエコーソースとしては、電話機のような端末装置における受信信号と送信信号との音声又は電磁カップリングがある。音声エコーは、例えば、話者によって発せられる音声信号に反応する電話機のマイクロホンから発生する可能性がある。音声エコーは、移動セルラー遠隔通話法(mobile cellular telephony)におけるような包囲された環境において特に鋭いことがある。

エコー装置は、遠隔通信網内でエコーの伝送を実質的に低減させるために一般に用いられている。従来エコー消去装置は、近端端末装置(near-end terminal equipment)のインパルス応答係数を特徴とする横フィルター(transversal filter)を有している。その横フィルターは、近端受信信号を受けると共に評価されたエコー信号(estimated echo signal)を発生させるために接続されている。その評価されたエコー

信号は、近端端末装置によって伝送される送信信号から控除される。エコー消去装置は、低ロス長距離衛星光ファイバー電話網(low-loss long distance, satellite and fiber optic telephone network)の了解度に実質的に役立っている。そのようなエコー消去装置の例は、ホーナ(Horna)に付与された米国特許第4, 064, 379号、同第4, 113, 997号、同第4, 321, 686号、同第

4, 360, 712号, 同同第4, 377, 793号及び同第4, 600815号、カンパネラ(Campanella)に付与された米国特許第3, 780, 233号, 同第3, 789, 233号, 同第3, 836, 734号及び同第3, 894, 200号に開示されている。

近端エコー経路の予想されるインパルス応答を初めに発揮して次に更新するために要する時間は限られているため、最良のエコー消去装置であってもエコーを完全に除去するには不完全である。更に、デジタル信号に生来的な量子化誤差が存在するため、そのことがエコーの評価及び除去の正確性に限界を課する。従って、相関関係のないバックグラウンドノイズと別個の残留エコー成分(residual echo component)がエコーの消去された信号中に残存する。その残留エコー成分は低振幅を有するものと考えられている。それ故、残留エコーを低減させるための従来の試みとしては、エコーが消去された信号の低振幅成分をブロックするためのセンタークリップパ(center clipper)を用いることが行われている。一般に、送信された音声のゼロ交差ひずみを避けるために、近端送信信号が大きい場合には、センタークリップパは選択的に不活性化される。然しながら、センタークリップパを選択的に活性化及び不活性化させると、送信された信号の低振幅バックグラウンドノイズ成分を好ましくなく変調させ易い。そのような変調は通信チャネルの偶発的な切断として遠端で理解されることがある。更に、選択的に活性化されたセンタークリップパは、穏やかな調子で話された音節を好ましくなくクリップしてしまう可能性がある。

ジェンター(Genter)に付与された米国特許第5, 157, 653号及び同第5, 283, 784号には、エコーが消去された信号を減衰の連続した範囲(continuous range

of attenuation)を通して減衰させるために可変減衰器が用いられたエコー消去装置が開示されている。残留エコーを減衰するためには、その減衰値は、受信信号、送信信号及びエコーが消去された信号の相対的なレベルを比較することに応じて変えられる減衰因数(attenuation factor)によって決定される。減衰器の操作の認知力(perceptibility)を低減させるために、限られた時間の間に減衰因数

を急にというよりはむしろ徐々に変更する。

上述したジェンターの特許には、残留エコーの低減のための可変減衰の認知力を更に低減させるために、減衰されたエコー消去信号に補償ノイズ成分をインジェクション(injection)することが開示されている。インジェクションされたノイズ成分のレベルは、送信信号の評価されたノイズ成分と減衰器によって適用された優勢な減衰値(prevaling attenuation)とに基づいて決定される。同特許で更に開示されているように、補償ノイズ成分は、白色ノイズ又はほぼ典型的な電話回線ノイズにバンド上合わされたノイズの如き所定のスペクトル特質を有するノイズ信号を発信するためのノイズソースから引き出される。勿論、「典型的な」電話回線ノイズといっても、電話使用者の近くの音声ノイズのように、かなり様々である。例えば、セルラー無線電話システム(cellular radio telephone system)の移動中の利用者によって発せられる電話信号は、ツイストペア加入回線(twisted-pair local loop)の静止中の利用者によって発せられる電話信号内のノイズとはスペクトル上異なっている。従って、現実のバックグラウンドノイズから人工的にインジェクションされたノイズへの移行がゆっくりと行われた場合であっても、それは明確に認識され遠端受話者の気を散らせる可能性がある。従って、インジェクションされたノイズ成分が、送信された信号内の優勢ノイズスペクトルに、より正確に適応されるようになっているエコー消去装置を提供することが望まれている。

#### 発明の概要

本発明の一態様に依れば、有限なバンド幅を有する送信入力信号(send-input signal)が、個別にエコー消去するための複数の副バンド(subband)送信入力信号に分割されるようになっているエコー消去装置が提供される。受信入力信号(receive-inputsignal)も同様に複数の副バンド受信入力信号に分割される。複数の副バンド受信入力チャネル信号を、夫々対応の副バンド内で受信入力信号と送信入力信号との間のエコー経路(echo path)に関する対応の評価されたインパルス応答でコンボルブ(convolve)して各評価された副バンドエコー信号を生じさせる。各副バンドエコー信号は対応の副バンド送信入力チャネル信号から控除されて

、各副バンドエラー信号を発生させる。対応の副バンド送信入力信号と副バンド受信入力信号と副バンドエラー信号の相対的なレベルを比較すること従って副バンドエラー信号を個別に可變的に減衰することによって残留エコーを次に低減させる。

本発明の別の態様に依れば、夫々減衰されたエラー信号内でのバックグラウンドノイズの付随的な減衰を補償するために、ノイズ成分を可變的に減衰された副エラー信号に加え即ち単射する。単射されたノイズ成分の夫々のレベルについては、対応の副バンドエラー信号に適用される減衰に比例して個別にコントロールされる。単射された各ノイズ成分は、対応の副バンド送信入力チャネル信号内で所定のノイズレベルに比例して更にコントロールされる。その結果の送信入力信号のノイズ成分は、送信入力信号のノイズ成分とスペクトル上調和する。

本発明の更に別の態様に依れば、副バンド送信入力信号と副バンド受信入力をデシメイト(decimate)された信号として提供することによりエコー消去装置の計算量(computational complexity)を低減させる。副バンド信号をデシメイトすることにより、その音声内容(audio content)を符号化するための必要なビットレート(bitrate)を低減させる。

本発明の他の新規且つ有用な特徴及びそれに関連する利点については、本明細書によって明らかになるであろう。

#### 図面の簡単な説明

本発明の上記概要及び後述する本発明の好ましい具体例の詳細な説明は、添付図面と関連させて読むことにより、より明確に理解できるであろう。

第1図は、本発明に依るエコー消去装置の機能ブロック図；

第2図は、第1図図示のエコー消去装置内で採用されている非線形プロセッサの機能ブロック図；

第3図は、第1図図示のエコー消去装置内で実行される減衰コントロール処理の論理フローチャート；

第4図は、第1図図示のエコー消去装置内で実行されるノイズインジェクションコントロール処理の論理フローチャートである。

好ましい具体例の詳細な説明

ここで第1図を参照すると、同図にはエコー消去装置10が図示されている。このエコー消去装置10は、遠隔通信システム中で近端ステーション(near end station)12と遠端ステーション(far end station)14との間に接続されている。近端ステーション12には、電話機、ハイブリッド、コーデック(codec)又は近端ユーザーにテレホンサービスを提供することに携わる電話局のようなその他の設備を含めることができる。近端ステーションは、送信入力信号(send-input signal)SIとして提供される信号を発生させて、それをエコー消去装置10のターミナル18に送信する。その送信入力信号SIは、エコーを取り除くためにエコー消去装置10によって処理される。処理された信号は、遠端ステーション14に送信するためのターミナル21で送信出力信号(send-output signal)SOとして提供される。遠端ステーション14は、受信入力信号(receive-input signal)RIとしてエコー消去装置10によって受信される信号を発生し、ターミナル20で送信する。その受信入力信号RIは、近端ステーション12に送信するためのエコー消去装置10のターミナル22で受信出力信号(receive-output signal)ROとして提供される。

受信入力信号RIは、多重チャネルフィルタバンク(multi-channel filter bank)

24によって分析される。好ましい具体例においては、RIとSIは、64Kb/sのデータレート(data rate)と約30Hzから約3,300Hzに広がる約3,000Hzの可聴帯域幅(audio bandwidth)を夫々有するデジタル電話信号である。フィルタバンク24は、RIを16の約250Hz一広副バンドチャネル信号(wide subbandchannel signal)に分割するための帯域フィルタ26a~pを有している(フィルタ26a~pの各バンドは部分的にオーバーラップしている。)。フィルタバンク24はデシメーションフィルタ(decimation filter)28a~pを更に有し、その各々は、副バンドチャネル信号の音声内容をベースバンド(baseband)に効果的にシフトしその音声内容を符号化するために必要なデータレートを低減するべく、対応の帯域フィルタ26a~pから副バ

ンドチャンネル信号の一つを受信するために接続されている。各デシメーションフィルターは、副バンド入力信号を約0から250Hzの間の可聴帯域幅を有する出力信号に変換する。フィルターバンク24は、受信入力信号RIを解析して16のデシメイト(decimate)した副バンド受信入力信号RC1～RC16に変換し、次にそれら副バンド受信入力信号をデシメーションフィルター28a～pの各出力ターミナルで発信する。

その信号RC1～RC16はフィルターバンク24から各コンボルバー(convolver)29a～pへ提供される。各コンボルバーは、対応の受信チャンネル信号の一組の連続した値を蓄積し且つ対応のチャンネルに関する一組のエコーパスインパルス応答係数(echopath impulse response coefficient) (即ち、ターミナル22とターミナル18との間のエコーパスのインパルス応答) を蓄積するためのシフトレジスタを備えたメモリーを有している。コンボルバー29a～pは、夫々、信号RC1～RC16の一つをその蓄積したインパルス応答係数で畳込み(convolve)するよう構成されている。コンボルバー29a～pは、好ましくは、蓄積されたインパルス応答係数を周期的に更新することによってエコーパスの各副バンドの変化に適合するよう構成されている。その結果としての出力信号EC1～EC16の各々は、対応の副バンドに関連する評価エコー信号に

相当する。好ましくは、コンボルバー29a～pによって表されるコンボルーション(convolution)は各副バンドチャンネル間で時分割条件で単一のデジタル信号プロセッサによって実行される。

フィルターバンク24と同様に作用する16チャンネルデシメイトフィルターバンク(16-channel decimated filter bank)が送信入力信号SIを受信するためにターミナル18に接続されている。フィルターバンク30はSIを16のデシメイトされた副バンド送信入力信号SC1～SC16に解析する。次に、エコー消去装置は、各エラー信号ER1～ER16を発生するために、評価されたエコー信号EC1～EC16の各々をデシメイトされた副バンド送信入力信号SC1～16の対応の一つから控除する。第1図に示されているように、評価されたエコー信号EC1～EC16の各々は、加算増幅器34a～pの対応の一つの逆相入

力端子に発信される。信号 SC 1 ～ SC 16 の各々は、増幅器 34 a ～ p の対応の一つの正相入力端子に発信される。増幅器 34 a ～ p は、対応の副バンド送信入力信号及び評価されたエコー信号の表示された減算を実行して、増幅器 34 a ～ p の各出力ターミナルでエラー信号 ER 1 ～ ER 16 を提供する。

そのエラー信号 ER 1 ～ ER 16 は、その残留エコー成分を減衰させるために、次に更に処理される。そのような更なる処理には、各エラー信号 ER 1 ～ ER 16 と対応の副バンド送信入力信号 SC 1 ～ SC 16 と対応の副バンド受信入力信号 RC 1 ～ RC 16 の相対的な強度に基づいてエラー信号の夫々を個別に減衰することが含まれている。また、そのような更なる処理には、好ましくは、減衰されたエラー信号に、個別に且つ各エラー信号の各々に適用された減衰の程度に比例して補償ノイズ成分 (compensating noise component) を付加することが含まれている。第 1 図に示されているように、そのような更なる処理は、非線形プロセッサ 36 a ～ p によって講じられる。

各非線形プロセッサ 36 a ～ p は、エラー信号 ER 1 ～ ER 16 の対応の一つを受信

するために接続されている。非線形プロセッサ 36 a ～ p は、エラー信号 ER 1 ～ ER 16 を選択的に減衰し、それに補償ノイズをインジェクトして各非線形プロセッサ 36 a ～ p の出力ターミナルで各出力チャンネル信号 OC 1 ～ OC 16 を提供する。

その出力チャンネル信号 OC 1 ～ OC 16 を、次にコンバイン即ち合成させてターミナル 21 で送信出力信号 SO を発生させる。例えば、信号 OC 1 ～ OC 16 を受信するために合成フィルターバンク (synthesis filter bank) 38 を接続する。フィルターバンク 38 は、各出力チャンネル信号のオーディオスペクトルが送信入力分析フィルターバンク 30 の対応の帯域フィルターの中心周波数の回りに事実上再配置されるよう出力チャンネル信号 OC 1 ～ OC 16 の各々を内挿する (interpolate) するための内挿フィルター (interpolation filter) 40 a ～ p を含んでいる。送信出力信号 SO をターミナル 21 で提供するために、各フィルター 42 a ～ p によって作られたその出力信号を、次に、例えば、加算増幅器 44 に

よってコンバインする。

非線形プロセッサ36a~pによってエラー信号ER1~ER16について実行されるオペレーションについては、代表的な非線形プロセッサ36と関連させて第2図に更に詳細に表示されている。その非線形プロセッサ36は、送信入力副バンド信号SCnとエラー信号ERnと受信入力副バンド信号RCnを受信する。フィルター56a~cが、各入力信号SCn, ERn及びRCnを受信するために接続され、ノンゼロ平均信号(nonzero-mean signal)形態の入力信号の各々の統計的メジャー(statisticalmeasure)を作り出すために入力信号に応答する。例えば、フィルター56a~cは、各入力信号SCn, ERn及びRCnの絶対値の移動平均SAVG, EAVG及びRAVGを提供することができる。代わりの具体例においては、入力信号SCnの各々に関して比較レベルを提供するために、平方値(squared value), 平均平方値(mean-squaredvalue), 実効値(root-mean-squared value)又はそれらの対数の如き他のノンゼロ平均値をフィルター56a~cによって提供することができる。

残留エコーを低減するべく、エラー信号に適用される減衰因数(attenuation factor)

ATTを決定するために減衰因数コントローラ60にその平均値信号SAVG, EAVG及びRAVGを提供する。その減衰因数コントローラ60によって実行される好ましい処理については、第3図に示されている。

初めにステップ80において、減衰因数コントローラ60が、副バンドチャネルの一つに関連するEAVG, SAVG及びRAVGの最も新しい値(most current value)を確保する。次に、ステップ82に実行を移す。

ステップ82において、EAVG, RAVG及びSAVGの値が、近端ステーションと遠端ステーションとの間の選択された副バンドチャネル内の通信が近端で発生された信号によって支配されている(dominate)状態を示しているか否かを減衰因数コントローラ60が判定する。例えば、EAVGが、RAVGの所定割合(predeterminedproportion)+比較的小さな定数レベルDより大きい場合(即ち、 $A * RAVG$ が好ましくは18dB又はRAVGより小さくなくDが約-5

0 dBmOである場合に、 $EAVG > A * RAVG$ である場合)、 $EAVG$ が、 $SAVG$ の所定割合より大きい場合(即ち、 $B < 1$ で、 $B * SAVG$ が約12 dB以上の差で好ましくは $SAVG$ より小さい場合に、 $EAVG > B * SAVG$ である場合)に、近端ステーションが遠端ステーションより実質的に大きな送信信号を作り出していると推定することができる。もしステップ82の条件が満足できるものであるならば、ステップ84へ実行を移す。そうでないならば、ステップ86へ実行を移す。

ステップ84において、減衰因数の所定量だけの減少が示される。例えば、減衰因数に $C < 1$ の因数を掛けることができる。ステップ84にエントリーするための条件下で、適用された減衰がない場合であっても、その大きな近端送信信号は何らかの残留エコー信号をマスクし易い。従って、減衰因数コントローラ60は減衰因数 $ATT$ を所定の最小値 $ATT_{min}$ に迅速に低減させるよう作動する。 $EAVG$ 、 $SAVG$ 及び $RAVG$ が対数(logarithmic quantity)である別の具体例においては、それらから所定の減分值(decrement value)を控除することによって減衰因数を低減させることができる。ス

テップ84において実施される減衰因数低減は、ステップ84での反復実行が100ms未満以内、好ましくは約2msで減衰因数を所定の最大値 $ATA_{max}$ から $ATT_{min}$ に低減させるのに十分である程度に、十分大規模なものである。ステップ84から、減衰因数コントローラ60はステップ80へ戻る。

ステップ86において、減衰因数コントローラ60は $EAVG$ が $SAVG$ の所定割合未満であるか否か(即ち、 $EAVG < B * SAVG$ である場合)を判定する。ステップ86で確定された状態が満足のいくものである場合には、送信入力副バンド信号 $SC_n$ のかかなりの割合がエコー消去装置によって除去されているエコーより成るものであると推定される。そのような状況下では、近端ステーションは比較的静かで(quiet)、エラー信号は比較的高い割合の残留エコーより成っている。ステップ86の状態が満足のいくものである場合には、実行はステップ88に移される。そうでない場合には、実行はステップ90に移される。

ステップ88においては、遠端ステーションへの残留エコーの送信を低減させ

るために、減衰因数コントローラ60が迅速に減衰因数ATTを最大レベルATT<sub>max</sub>に増加させる。そのような増加は、減衰因数に所定の定数 $E > 1$ を掛けるか又は減衰因数が最大値ATT<sub>max</sub>より大きくなるか又は等しくなるまで所定の増分(increment)を加算することによって実行することができる。理解できるように、EAVGがSAVGの所定割合未満である場合、好ましくは、EAVGが約12dB以上SAVGより低い場合には常に、減衰因数はステップ88において増加される。そして、実行はステップ80に復帰される。

ステップ90においては、ステップ82又はステップ86の予め定められた条件はどれも優勢(prevail)ではない。ステップ90が達成された場合には、EAVGはRAVG+小オフセット(small offset)よりあまり高くなく、EAVGはSAVGの12dB以内である。そのような状況では、EAVGは比較的小さなエコーが控除されるSAVGに十分接近する。更に、EAVGがRAVGと比較して非常に低いか又はEAVGと

RAVGの双方がステップ82で定められた小さなオフセットDと比較して非常に低いかのいずれかである。そのような状況において、減衰因数コントローラ60は減衰因数をゆっくりと最小値に低減させる。減衰因数は約1～5秒以内にATT<sub>min</sub>に達するのに十分な減分(decrement)で低減される。実際にダブルトーク状態(double-talk condition)が優勢である場合には、幾分かの残留エコーが遠端で感知されるかもしれない。然しながら、減衰因数は各副バンドについて別個に決定されるので、ダブルトーク中の送信信号と受信信号(send-in and receive-in signals)との間の相対的スペクトル偏差(spectral variation)のために減衰因数が比較的高レベルに維持される或るバンドが存在する。更に、近端通話信号(near-end speech signal)と遠端通話信号(far-end speech signal)は仮定上相関関係がないので、ダブルトーク状態にあっても、ダブルトークが極めて長い時間に亘って単一の副バンド内で優勢である可能性はない。従って、本発明に係るエコー消去装置によってダブルトーク中に遠端に送信される何らかの残留エコー成分は、従来のエコー消去装置によって伝送帯域全体について単一の減衰因数決定が行われる場合と比較して全く殆ど感知されない。ステップ90後に、減衰コント

ローラはステップ80に戻る。

再び第2図を参照すると、例えば、加算増幅器62に関連して図示されているように、減衰因数を定数値から減算することによって、減衰因数を利得信号(gain signal)に変換する。次に、その利得信号を可変利得増幅器(variable gain amplifier)64に操作量(control input)として提供する。エラー信号 $E R_n$ を増幅器64に入力信号として適用し、適用された利得を乗算して、中間出力信号(intermediate output signal)  $I O_n$ として示されている減衰されたエラー信号を増幅器64の出力ターミナルにおいて発生させる。フィルター56a~cの各々がその入力信号の振幅と正比例しないノンゼロ平均信号(nonzero-mean signal)を発生する具体例においては、エラー信号の振幅を変調するべく減衰因数を適切な線形又は対数スケール(linear or logarithmic scale)に変換するための変換装置(conversion means)を備えることができる。例え

ば、SAVG、EAVG及びRAVGが夫々移動平均平方値(moving average square value)を含んでいる場合には、減衰因数の平方根を決定し、増幅器62に適用することができる。好ましくは、後述する如く、加算増幅器62の出力を減衰因数に関して正弦関数として変換する。

増幅器64が、減衰因数コントローラ60によって決定された減衰因数に反比例してエラー信号を増幅する。エラー信号の何らかのノイズ成分も減衰因数の調整に従って変調させる。例えば、減衰因数が最大値である場合には、エラー信号 $E R_n$ のノイズ成分を残留エコーと共に減衰させる。残留エコー除去によって引き起こされる潜在的に気を散らせるようなノイズ振幅を遠端の聴取者が感知してしまうことを防止するべく、エラー信号のノイズ成分を決定し且つ補償ノイズ成分(compensating noise component)をアウトバウンド信号(outbound signal)にインジェクトするためのノイズ決定インジェクションシステム(noise determination and injection system)が備えられている。補償ノイズ成分は、好ましくはエラー信号の決定されたノイズ成分と正比例し、減衰因数が変えられるに従って出力信号内で一定のノイズレベルを維持するべく、決定された減衰因数に相対してコントロールされる。付随的なノイズ変調が許容できると認められる代わりの

具体例においては、中間出力信号  $IOn$  を、後の再構成と送信出力信号を提供するための同様に処理された信号との結合のために出力チャネル信号として非線形プロセッサから直接に提供することができる。

ノイズ信号  $NS$  を発生させるためにノイズソース 66 が備えられている。そのノイズソース 56 は、一組の疑似乱数値 (a series of pseudo-random numerical values) を蓄積するためのメモリ素子を有していてもよく、その疑似乱数値はメモリ素子から循環的に回収 (retrieve) される。ノイズ信号  $NS$  のスペクトルは、好ましい副バンド幅を横切るフラット (flat) なものであるのが好ましい。そのノイズ信号  $NS$  は入力として可変利得増幅器 (variable gain amplifier) 68 へ提供される。増幅器 68 の利得は、雑音指数コントローラ (noise factor controller) 70 によって増幅器に提供される雑音指数

$NF$  によってコントロールされる。増幅器 68 は  $NF$  及び  $NS$  を増加させて評価ノイズ信号 (estimated noise signal)  $NE$  を発生させ、それによりその評価ノイズ信号がエラー信号  $ERn$  の評価ノイズ内容に従って変調される。その評価ノイズ信号  $NE$  は入力として可変利得増幅器 72 に発信される。 $NE$  及び  $ATT$  を増加させ出力ノイズインジェクション信号  $NINJ$  を発生させるために、増幅器 72 の利得は減衰因数  $ATT$  によってコントロールされる。ノイズインジェクション信号  $NINJ$  はそれによって中間出力信号  $IOn$  と比較して逆に変調される。従って、ノイズインジェクション信号  $NINJ$  は、増幅器 64 によって減衰されたエラー信号のノイズ成分を示すノイズ信号を提供する。ノイズインジェクション信号  $NINJ$  は、非線形プロセッサ 36 の出力チャネル信号  $OCn$  を発生させるために、(例えば、加算増幅器 74 によって) 次に中間出力信号  $IOn$  に加えられる。好ましくは、増幅器 72 は減衰因数の正弦関数に従って  $NINJ$  の振幅を変化させる。

上述したように、増幅器 62 によって作り出される利得は、DC レベルマイナス減衰因数の正弦関数 (sinusoidal function of a DC level minus the attenuation factor) として変化させられる。このことから、減衰因数が 0 と  $\pi/2$  との間を変化させられ、DC レベルが  $\pi/2$  に維持された場合には、増幅器 62 によ

ってエラー信号に適用された利得は減衰因数の余弦として変化する。更に、増幅器 62 によって評価ノイズ信号に適用された利得は、減衰因数の正弦として変化する。従って、中間出力信号のノイズ内容(noise content)とノイズインジェクション信号との平方値の和は一定のままであり、それは、二つの相互関係のない信号の和の一定の電力レベル(power level)を維持している状態である。

送信出力チャネル信号  $SC_n$  のノイズ内容は、 $SAVG$ 、 $EAVG$  の相対値とノイズ内容の推定値(estimate)とに基づいて、ノイズ因数コントローラ 70 によってコントロールしてもよい。評価されたノイズ信号  $NE$  を受信し、その絶対値の移動平均を入力信号  $NAV G$  としてノイズ因数コントローラ 70 に提供するために平均化フィルター

(averaging filter)が接続されている。好ましい具体例においては、ノイズ因数コントローラは第 4 図示のフローチャートに従って処理を行う。

初めにステップ 100 で、ノイズ因数コントローラが  $NAV G$ 、 $EAVG$  及び  $SAVG$  の最新値を確保する。次に、ノイズ因数コントローラはステップ 102 へと進む。

ステップ 102 において、ノイズ因数コントローラは  $NAV G$  の最新値が  $EAVG$  より大きいかなんかを決定する。 $NAV G$  が  $EAVG$  より大きい場合には、ノイズ因数コントローラはステップ 104 へと進む。そうでない場合には、ノイズ因数コントローラはステップ 106 に進む。

ステップ 104 において、ノイズ因数は、所定の因数  $G < 1$  だけ減じられ、即ち、所定の減分を控除することによって低減される。理解されるように、 $NAV G$  が  $EAVG$  を超過している場合は常に、ノイズ因数はステップ 104 で低減される。そのような低減は、エラー信号のノイズ内容の推定値がエラー信号の平均振幅以下に維持されるので、好ましくは迅速である。ステップ 104 の後に、実行はステップ 100 に復帰する。

ステップ 106 においては、ノイズ因数コントローラが、 $SAVG$  が所定のしきい値  $H$  以下であるかなんかを決定する。その所定の値  $H$  は、 $SAVG$  が  $H$  未満である場合に送信入力信号が優勢的に低い振幅バックラウンドノイズであって音声

ではないと想定できる程度に十分低く、例えば、 $-45\text{ dBmO}$ に選択されている。更に、反射遠端音声(reflected far end speech)の変化に応答してノイズ因数を変調させてしまうのを避けるために、 $\text{RAVG}$ が同様に $-45\text{ dBmO}$ のような所定のしきい値 $J$ 以下であるか否かをステップ106で同様に決定することが好ましい。代わりの具体例においては、副バンド送信入力チャネル信号 $\text{SCn}$ が音声又はノイズを表示するものであるか否かを決定するためにステップ106で他の試験を行うことができる。例えば、送信入力チャネル信号又はエラー信号の分散(variance)の如き統計的機能指標(statistical figure of merit)が音声又はノイズ優位信号(speech or noise-dominated signal)を示すか否かを

決定するために、ノイズ因数コントローラは代わりの統計的テストを実施することができる。送信入力信号が主にノイズによって支配されているとステップ106で決定された場合には、ノイズ因数コントローラはステップ108に進み。そうでない場合には、ノイズ因数コントローラはステップ110に進む。

ステップ108においては、ノイズ因数 $\text{NF}$ は所定の因数 $I > 1$ によって、即ち、所定の付加的増分値によって増加される。 $\text{NAVG}$ が $\text{EAVG}$ 以下に低減され、一方ノイズ因数の何らかの所望な増加がより控えめに従ってゆっくりと達成されるようにするためにノイズ因数を迅速に低減させることが明らかに不可欠であるので、ステップ108で実施されるノイズ因数の増分増加は、ステップ104で実施された増分低減(即ち、 $I < G^{-1}$ )より絶対値において低いのが好ましい。ステップ108の後には、ステップ100に実行は戻る。

$\text{NAVG}$ が $\text{EAVG}$ を超過せず $\text{SAVG}$ がノイズによって支配されている送信入力チャネル信号を示すものではないことが既に決定されているので、ステップ110ではノイズ因数の変更は実行されない。ステップ110の後に、実行はステップ100に復帰する。

好ましい具体例においては、第1図示のエコー消去装置は、受信入力副バンドチャネル信号及び送信入力副バンドチャネル信号の連続した値を計算し各副バンド間で時分割多重に基づいて畳込み、非線形処理及び上述したその他の計算操作を実行するための論理演算回路(arithmetic logic unit)を備えた単一のデジタ

ル信号プロセッサを具備している。その論理演算回路は、上述した種々の操作を実行するために多数の連続的な副バンド信号値、各インパルス係数及びその他の必要な数量を蓄積するための十分な数の記憶レジスタに接続されている。副バンドチャンネル信号は好ましくはデシメイトされるので、各畳込みが実行される割合は送信入力信号及び受信入力信号が受信されるサンプル割合(sample rate)と比較して低減させることができ、それ故広帯域即ち単チャンネルエコー消去装置と比較して必要な計算レート(calculation rate)を低減させることができ

る。

代わりの具体例においては、第 1 図示のエコー消去装置は並列して操作される多数のデジタル信号プロセッサを用いることによって具体化することができ、各プロセッサは、空間分割多重方式に基づいて副バンドの部分集合(a subset of the subbands)を処理するよう構成されている。

本明細書中で用いた用語及び表現は、単に本発明の説明上用いたに過ぎないものであって何ら限定を意味するものではない。そのような用語及び表現を用いたからといって、そのことに、上述し及び図示した本発明の特徴の何らかの均等物及びその一部を除外する意図はない。従って、権利が請求されている本発明の範囲内で種々の変更を加えることができると理解される。

【図 1】

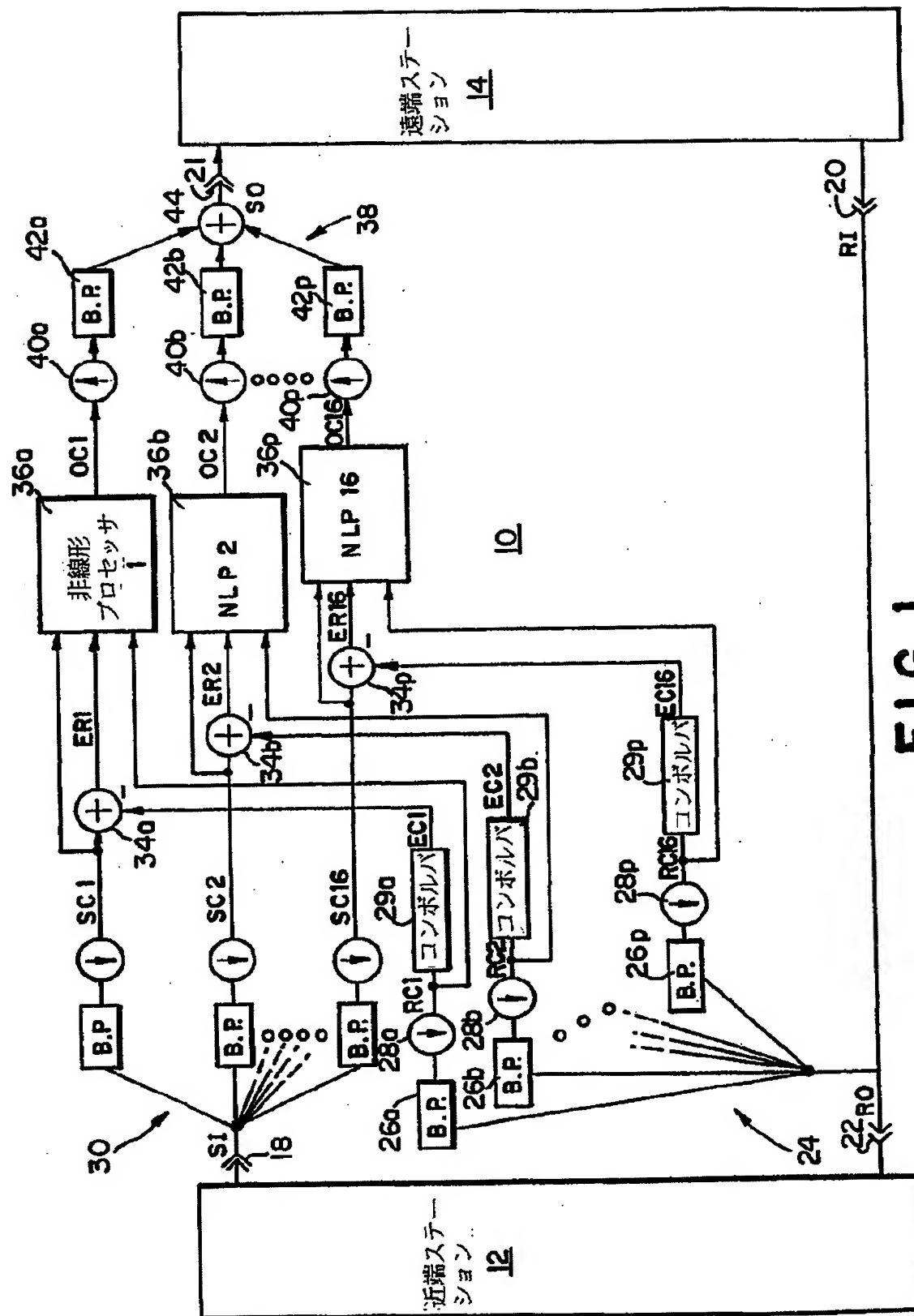


FIG. 1

【図2】

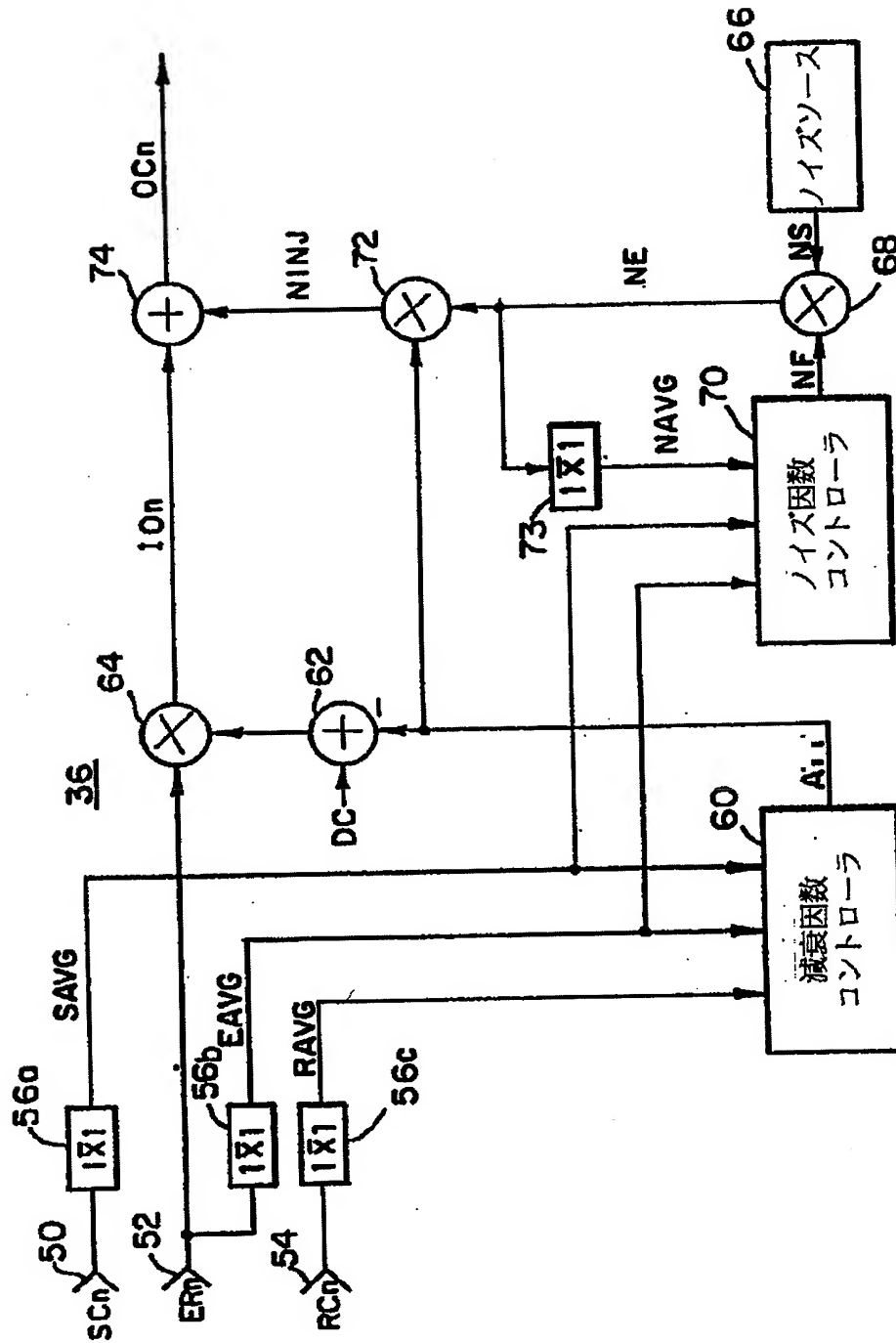
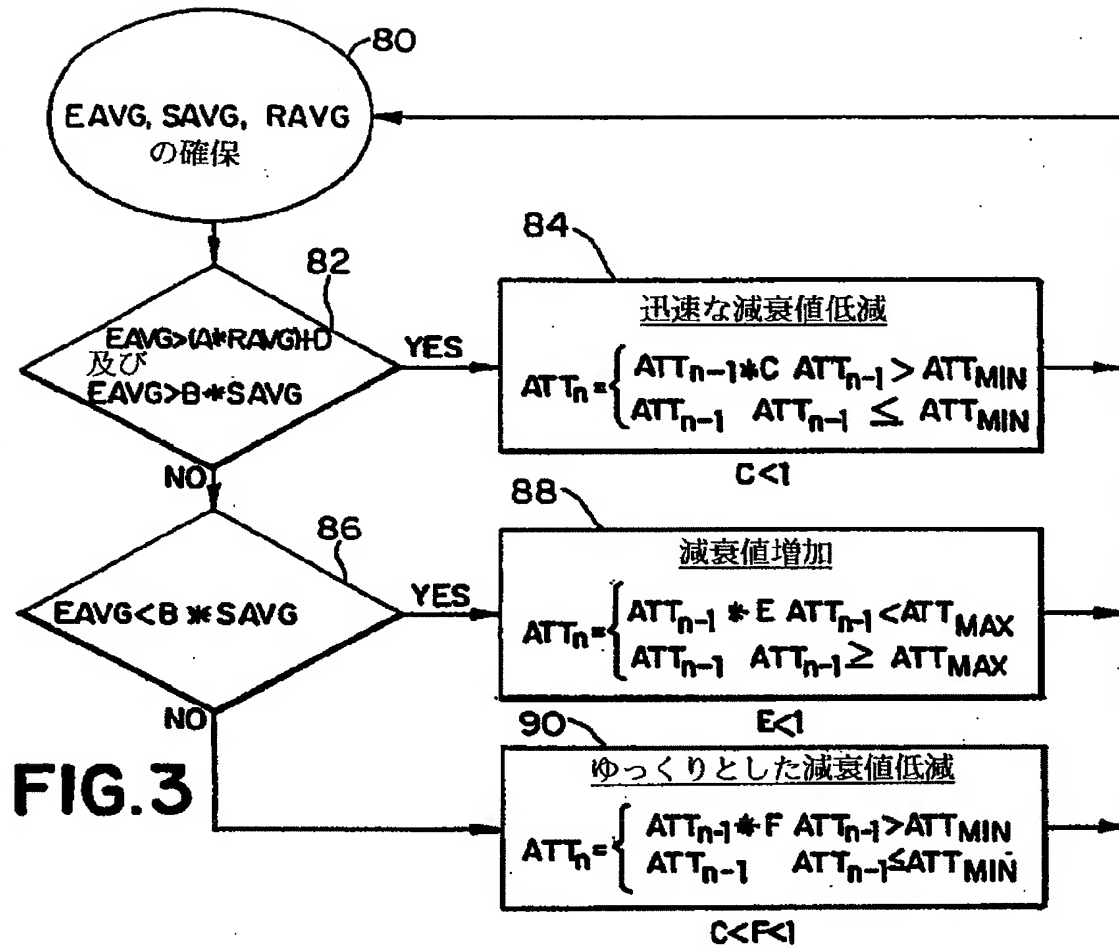
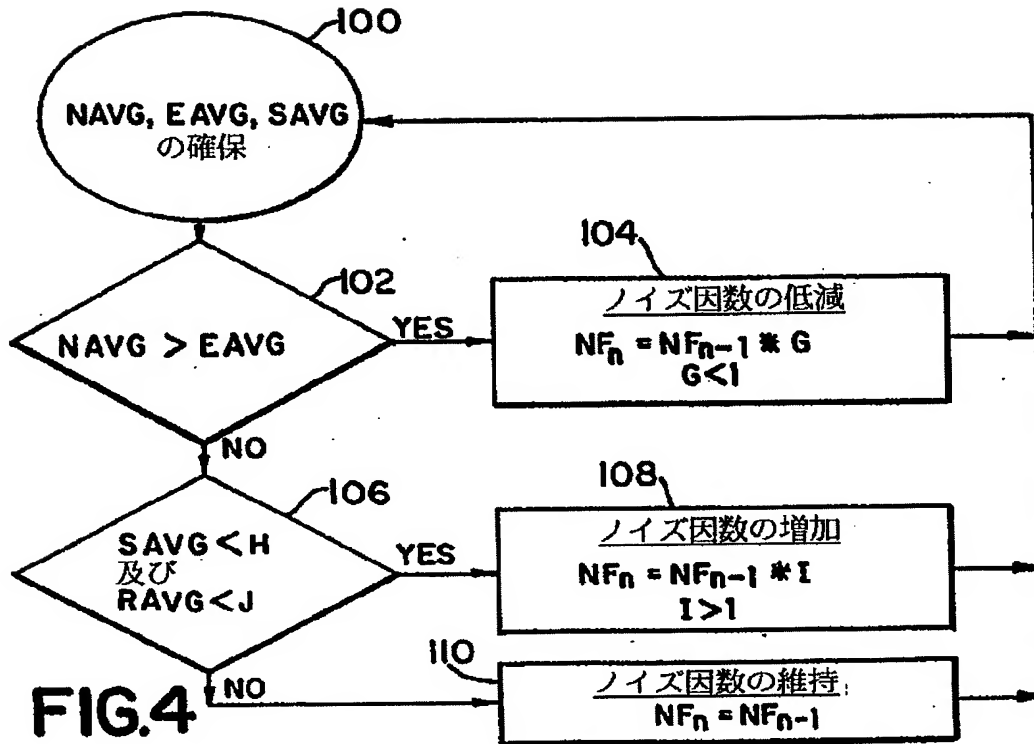


FIG. 2

【図3】



【図 4】



## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US96/11271

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC(6) :H04B 3/23; H04M 9/08

US CL :370/32.1; 379/409, 410

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

U.S. : 370/6, 24, 32, 32.1; 379/390, 406, 409, 410, 411

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

NONE

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

APS: echo[w]{canceler or canceller}, attenuat?, noise, compensat?, filter, subtract?, convol?, estimat?

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A,P	US, A, 5,477,534 (KUSANO) 19 December 1995, see abstract and Figs. 3 and 8.	1-13
A	US, A, 5,289,539 (MARUYAMA) 22 February 1994, see entire document.	1-13
A	US, A, 5,315,585 (IIZUKA ET AL) 24 May 1994, see entire document.	1-13
A	US, A, 5,274,705 (YOUNCE ET AL) 28 December 1993, see entire document.	1-13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be part of particular relevance

\*E\* earlier document published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\*

later documents published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\*

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\*

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

\*Z\*

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 AUGUST 1996

Date of mailing of the international search report

26 AUG 1996

Name and mailing address of the ISA/US  
Commissioner of Patents and Trademarks  
Box PCT  
Washington, D.C. 20231

Facsimile No. (703) 305-3230

Authorized officer

ALPUS H. HSU

Telephone No. (703) 305-4377

Form PCT/ISA/210 (second sheet)(July 1992)\*

---

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE,  
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, L  
U, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF  
, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE,  
SN, TD, TG), AP(KE, LS, MW, SD, S  
Z, UG), UA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD  
, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU, AZ  
, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ,  
DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, I  
L, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LK  
, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK,  
MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, R  
U, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR  
, TT, UA, UG, US, UZ, VN